

# **TU** Verkündungsblatt

## *Amtliche Bekanntmachungen*

Fakultät 2  
Institute der Fakultät 2  
GdP (20 Ex)

Aushang

Nr. 570  
03.09.2008

Herausgegeben vom  
Präsidenten der  
Technischen Universität  
Carolo-Wilhelmina  
zu Braunschweig

Redaktion:  
Geschäftsstelle des  
Präsidiums  
Pockelsstraße 14  
38106 Braunschweig  
Tel. 0531/391-4101  
Fax 0531/391-4300

### **Besonderer Teil der Prüfungsordnung für den Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss „Master of Science“, Fakultät für Lebenswissenschaften**

Hiermit wird der von dem Fakultätsrat der Fakultät für Lebenswissenschaften am 06.05.2008 beschlossene und vom Präsidenten am 19.08.2008 genehmigte besondere Teil der Prüfungsordnung für den Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss „Master of Science“ der TU Braunschweig hochschulöffentlich bekannt gemacht.

Die Ordnung tritt am Tag nach ihrer hochschulöffentlichen Bekanntmachung, am 04.09.2008, in Kraft.





**TECHNISCHE UNIVERSITÄT CAROLO WILHELMINA  
zu  
BRAUNSCHWEIG  
FAKULTÄT FÜR LEBENSWISSENSCHAFTEN**

**2  
0  
0  
8**



**Besonderer Teil der Prüfungsordnung  
für den Master-Studiengang Biotechnologie**

**[2008]**

# Inhaltsverzeichnis

## Besonderer Teil der Prüfungsordnung für den Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science"

- § 1 Hochschulgrad
- § 2 Regelstudienzeit und Gliederung des Studiums
- § 3 Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfungen
- § 4 Art und Umfang der Prüfungen
- § 5 Zusätzliche Prüfungen
- § 6 Besondere Bedingungen bei der Master-Arbeit
- § 7 Mentorenprogramm
- § 8 Auslandsstudium

Anlage 1: Master-Urkunde

Anlage 2: Master-Zeugnis

Anlage 3: Diploma Supplement

Anlage 4: Liste der Module, Lehrformen, Leistungsnachweise, Leistungspunkte  
und Studienplan

Anlage 5: Qualifikationsziele der Module

### Anmerkung:

In einem so genannten "Allgemeinen Teil der Prüfungsordnung" sind die für alle Bachelor- und Master-Studiengänge der TU Braunschweig geltenden Regelungen enthalten.

Fakultät für Lebenswissenschaften  
– Geschäftsführung –  
Pockelsstraße 14  
D-38106 Braunschweig

Telefon: +49-531-391-5100  
Telefax: +49-531-391-8164

E-Mail: [fk2-gf@tu-bs.de](mailto:fk2-gf@tu-bs.de)  
<http://www.tu-braunschweig.de/lebenswissenschaften>

23. April 2008

Irrtum vorbehalten – maßgeblich ist die in der Geschäftsstelle der Fakultät für Lebenswissenschaften  
vorliegende, gedruckte Version.

# **Besonderer Teil der Prüfungsordnung für den Studiengang Biotechnologie mit dem Abschluss "Master of Science"**

## **§ 1 Hochschulgrad**

Nachdem die zum Bestehen der Master-Prüfung erforderlichen 120 Leistungspunkte erworben wurden, verleiht die Hochschule den Hochschulgrad "Master of Science" (abgekürzt: "M. Sc.") im Fach Biotechnologie. Darüber stellt die Hochschule in sowohl deutscher als auch englischer Sprache eine Urkunde, ein Zeugnis sowie Diploma Supplément aus (s. Anlagen 1 - 3).

## **§ 2 Regelstudienzeit und Gliederung des Studiums**

- (1) Die Studienzeit, in der das Studium abgeschlossen werden kann, beträgt einschließlich der Master-Arbeit vier Semester (Regelstudienzeit). Das Lehrangebot ist so gestaltet, dass die Studierenden den Master-Grad innerhalb der Regelstudienzeit erwerben können.
- (2) Das Master-Studium gliedert sich in einen Pflicht-, einen Wahlpflichtteil, den Schlüsselkompetenz-Anteil sowie eine abschließende wissenschaftliche Master-Arbeit. Der Pflichtteil umfasst 42, der Wahlpflichtteil 42, der Schlüsselkompetenzbereich 6 und die Masterarbeit 30 Leistungspunkte.
- (3) Das Studium gliedert sich in Module. Es umfasst insgesamt 9 Module im Umfang von 90 Leistungspunkten, denen bestimmte Studienleistungen und Prüfungen zugeordnet sind (Anlage 4) sowie die Abschlussarbeit mit einem Wert von 30 Leistungspunkten. Die Prüfungsanforderungen ergeben sich aus der Anlage 5.
- (4) Der erfolgreiche Abschluss eines Moduls setzt voraus, dass der Prüfling die zu dem Modul gehörenden Veranstaltungen nach Anlage 4 erfolgreich besucht und die entsprechenden Leistungspunkte erhalten hat.

## **§ 3 Zulassungsvoraussetzungen für die Prüfungen**

Zu den Abschlussprüfungen der Module wird zugelassen, wer die in Anlage 4 aufgelisteten Leistungsnachweise (Prüfungsvorleistungen) erbracht hat.

## **§ 4 Art und Umfang der Prüfungen**

- (1) Ein Modul wird in der Regel durch eine schriftliche Abschlussprüfung (Klausur) abgeschlossen. Die Prüferinnen und Prüfer können in Ausnahmefällen anstelle der Klausur auch mündliche Prüfungen durchführen. Dies ist den Studierenden rechtzeitig zu Beginn des Semesters mitzuteilen. In vom Prüfungsausschuss genehmigten Ausnahmefällen können anstelle einer Modulabschlussprüfung auch Teilprüfungen durchgeführt werden (gem. § 9 Abs.1, § 12 Abs.6 der Allgem. Prüfungsordnung der TU Braunschweig); bei Versagen in einer Teilprüfung muss nur diese wiederholt werden.
- (2) Die Bearbeitungszeit für eine Modul-Klausur beträgt je nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers 2 – 4 Stunden. Für Teilprüfungen sind kürzere Zeiten vorgesehen, die dem Modulhandbuch zu entnehmen sind. Die mündliche Prüfung, die auch schriftliche Elemente enthalten kann, beträgt 30 – 60 Minuten. Bei der Festlegung der Bearbeitungsdauer ist die Anzahl der dem Modul zugeordneten Leistungspunkte zu berücksichtigen.
- (3) Die Prüfungsinhalte ergeben sich aus den Qualifikationszielen der einzelnen Module (Anlage 5)

## **§ 5 Zusätzliche Prüfungen**

Innerhalb der Wahlpflichtbereiche gemäß Anlage 4 darf bei den Wahlpflichtmodulen - sofern dazugehörige Praktikumsplätze verfügbar sind - maximal eine bestandene Modulprüfung sowie

maximal eine im ersten Versuch nicht bestandene Modulprüfung durch jeweils eine andere Modulprüfung ersetzt werden.

### **§ 6 Besondere Bedingungen bei der Master-Arbeit**

- (1) Die Master-Arbeit wird in der Regel im 4. Semester des Masterstudiengangs durchgeführt.
- (2) Das Thema der Master-Arbeit muss eine biotechnologische Fragestellung im weiteren Sinne beinhalten.
- (3) Die Master-Arbeit kann in deutscher oder englischer Sprache abgefasst werden.
- (4) Der Anmeldung zur Master-Arbeit beim Prüfungsausschuss sind Nachweise über Studien- und Prüfungsleistungen mit mindestens 70 Leistungspunkten beizufügen.
- (5) Die Master-Arbeit wird binnen 6 Wochen nach Abgabe von den Prüfern bewertet.
- (6) Die Master-Arbeit soll im Rahmen eines Arbeitsgruppenseminars präsentiert werden.

### **§ 7 Mentorenprogramm**

- (1) Der Mentor / die Mentorin ist Ansprechpartner in Bezug auf fachliche und persönliche Fragen. Sie unterstützen bei der Festlegung der Schwerpunkte und bei Entscheidungen zum weiteren beruflichen Werdegang.

### **§ 8 Auslandsstudium**

- (1) Den Studierenden soll im Rahmen ihres Master-Studiums die Möglichkeit eines Auslandsaufenthaltes eingeräumt werden. Die Anerkennung der im Ausland erbrachten Leistungen regelt § 6 Abs. 1 der Allgemeinen Prüfungsordnung der TU Braunschweig. Den Studierenden ist zu empfehlen, sich zuvor mit den Modulverantwortlichen und dem International Office in Verbindung zu setzen.
- (2) Abweichende Regelungen zu Abs. 1 Satz 2 bzgl. der Anerkennung von Studien- und Prüfungsleistungen (einschließlich Masterarbeit), die an ausländischen Universitäten erbracht werden, können in gesonderten Abkommen (z. B. bei Doppel-Master-Abschluss) getroffen werden.

Anlage 1a

# MASTER-URKUNDE

**DIE TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG**

**Fakultät für Lebenswissenschaften**

VERLEIHT MIT DIESER URKUNDE

**FRAU/HERRN <sup>+)</sup>** .....

**GEBOREN AM** ..... **IN** .....

DEN HOCHSCHULGRAD

**MASTER OF SCIENCE**

ABGEKÜRZT: **M. Sc.**

NACHDEM SIE/ER<sup>+)</sup>  DIE MASTER-PRÜFUNG IM STUDIENGANG

**BIOTECHNOLOGIE**

AM .....  
BESTANDEN HAT.

BRAUNSCHWEIG, DEN .....

(Siegel der TU Braunschweig)

DEKAN/IN

VORSITZENDE/R DES  
PRÜFUNGSAUSSCHUSSES

<sup>+)</sup>  Zutreffendes einfügen

**Anlage 1b**

# MASTER'S DIPLOMA

THROUGH THIS DIPLOMA, THE

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG****Fakultät für Lebenswissenschaften**

CONFERS UPON

**MS./MR.**<sup>+)</sup>  .....

BORN ON ..... IN .....

THE DEGREE OF

**MASTER OF SCIENCE**ABBREVIATED **M.Sc.****MS./MR.**<sup>+)</sup>  ..... PASSED THE MASTER'S EXAMINATION IN**BIOTECHNOLOGY**

ON .....

BRAUNSCHWEIG, .....

(University Seal)

DEAN

CHAIR, BOARD OF EXAMINERS

<sup>+)</sup>  as appropriate



**Anlage 2a****TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG****Fakultät für Lebenswissenschaften****ZEUGNIS****ÜBER DIE MASTER-PRÜFUNG****FRAU/HERR<sup>+)</sup>  .....****GEBOREN AM ..... IN .....****HAT DIE MASTER-PRÜFUNG IM STUDIENGANG****BIOTECHNOLOGIE****MIT DER GESAMTNOTE****" "****BESTANDEN**

<sup>+)</sup>  Zutreffendes einfügen

## PRÜFUNGS- UND STUDIENLEISTUNGEN

Module	Art <sup>1</sup>	ECTS-Punkte <sup>2</sup>	Note <sup>3</sup>
<b>1. Pflichtbereich (Soll: 42 ECTS-Punkte)</b>			
Bt-MP 01 Technische Aspekte der Biotechnologie	V, P, Ü	14	-
Bt-MP 02 Biologische Aspekte der Biotechnologie	V, P	14	-
Bt-MP 03 Chemische Aspekte der Biotechnologie I	V, P	8	-
Bt-MP 04 Chemische Aspekte der Biotechnologie II	V	6	-
<b>2. Wahlpflichtbereich<sup>4</sup> (Soll: 42 ECTS-Punkte)</b>			
<b>Block A: Angewandte Zellbiologie</b>			
Bt-MZ 01 Zellbiologie des Blutes: Hämatopoese u. Antikörper	V, S	10	-
Bt-MZ 02 Angewandte Zellbiologie der Pflanzen	V, P, S	10	-
Bt-MZ 03 Immunologie	V, P, S	10	-
Bt-MZ 04 Molekulare Zellbiologie der Tiere	P	12	-
Bt-MZ 05 Molekulare Zellbiologie der Pflanzen	P	12	-
Bt-MZ 06 Zell- und Proteinanalytik	P	12	-
<b>Block B: Angewandte Molekularbiologie</b>			
Bt-MM 01 Molekulargenetik II	V, P	10	-
Bt-MM 02 Entwicklungsgenetik	V, P	10	-
Bt-MM 03 Molekulare Mikrobiologie II	V, P	10	-
Bt-MM 04 Infektionsbiologie	V, P	10	-
Bt-MM 05 Strukturbioogie	V, P, S	10	-
Bt-MM 06 Bioinformatik II	V, P	10	-
Bt-MM 07 Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis	P	12	-
<b>Block C: Bioprozesstechnik</b>			
Bt-MB 01 Mechanische Verfahrenstechnik II	V, P, Ü	10	-
Bt-MB 02 Thermische Verfahrenstechnik II	V, P, Ü	10	-
Bt-MB 03 Biotechnologische Wertstoffproduktion II	V, P	10	-
Bt-MB 04 Reaktionskinetik	V, P, Ü	10	-
Bt-MB 05 Technische Simulation u. Regelung	V, Ü	10	-
Bt-MB 06 Technische Chemie und Bioanalytik	V, P	10	-
Bt-MB 07 Chemie u. Technologie mit Biomolekülen	V	10	-
Bt-MB 08 Analytik von nieder- u. hochmolekularen Biomolekülen	V, P	10	-
Bt-MB 09 Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis	P	12	-
<b>3. Schlüsselqualifikationen<sup>5</sup> (Soll: 6 ECTS-Punkte)</b>			
Bt-MS 01 Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung		6	-
• Sprachenkompetenz III	Ü	0-4	-
• Überfachliche Veranstaltungen aus dem Poolmodell; Tutorientätigkeit	Ü	0-4	-
• Berufsvorbereitung inkl. biotech. Exkursion (obligatorisch)	Ü, E	2	-
<b>4. Master-Arbeit (Bt-MP 05)</b>			
Titel:		30	-

<b>Notendurchschnitt<sup>3</sup></b>	
<b>Gesamtnote<sup>3</sup></b>	" "
<b>ECTS-Note<sup>3</sup></b>	

Braunschweig, den .....

(Siegel der TU Braunschweig)

Dekan/in<sup>1)</sup>

Vorsitzende/r<sup>1)</sup> des  
Prüfungsausschusses

---

<sup>1)</sup> Art der Veranstaltung: E Exkursion, P Praktikum, S Seminar, Ü Übung, V Vorlesung

<sup>2)</sup> Ein ECTS-Leistungspunkt entspricht einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden.

<sup>3)</sup> Notenskalen:

a) Einzelnoten: 1,0 / 1,3 / 1,7 / 2,0 / 2,3 / 2,7 / 3,0 / 3,3 / 3,7 / 4,0

b) Notendurchschnitt (d): Noten gewichtet nach Leistungspunkten, Angabe mit einer Kommastelle ohne Rundung.

c) Modulnoten bzw. Gesamtnote: sehr gut ( $1,0 < d \leq 1,5$ ), gut ( $1,5 < d \leq 2,5$ ), befriedigend ( $2,5 < d \leq 3,5$ ), ausreichend ( $3,5 < d \leq 4,0$ ). Bei  $d \leq 1,3$  wird als Gesamtnote das Prädikat "Mit Auszeichnung" vergeben.

d) ECTS-Notenstufe: A (beste 10 %), B (nächste 25 %), C (nächste 30 %), D (nächste 25 %), E (nächste 10 %).

<sup>4)</sup> Im Wahlpflichtbereich wird ein Block ausgewählt, in dem 42 Leistungspunkte zu erzielen sind.

<sup>5)</sup> Aus den Schlüsselkompetenzen sind insgesamt 6 ECTS - Punkte zu erzielen, wobei die Berufsvorbereitung inkl. biotechn. Exkursion verpflichtend ist.

**Anlage 2b****TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG****FAKULTÄT FÜR LEBENSWISSENSCHAFTEN****MASTER'S CERTIFICATE****MS./MR.<sup>+)</sup>**  .....**BORN ON** ..... **IN** .....**HAS PASSED THE MASTER'S EXAMINATION IN****BIOTECHNOLOGY****WITH THE OVERALL GRADE OF****" "**

<sup>+)</sup>  as appropriate

## RECORD OF COURSE AND EXAMINATION RESULTS

Modules	Type <sup>1</sup>	ECTS-Points <sup>2</sup>	Grade <sup>3</sup>
<b>1. Compulsory Disciplines (42 ECTS-points)</b>			
Bt-MP 01 Technical Aspects of Biotechnology	L, P, E	14	-
Bt-MP 02 Biological Aspects of Biotechnology	L, P	14	-
Bt-MP 03 Chemical Aspects of Biotechnology I	L, P	8	-
Bt-MP 04 Chemical Aspects of Biotechnology II	L	6	-
<b>2. Study Focus<sup>4</sup> (42 ECTS-points)</b>			
<b>A: Applied cell biology</b>			
Bt-MZ 01 Cell biology of the blood: Hematopoiesis and antibodies	L, S	10	-
Bt-MZ 02 Applied cell biology of plants	L, P, S	10	-
Bt-MZ 03 Immunology	L, P, S	10	-
Bt-MZ 04 Molecular cell biology of animals	P	12	-
Bt-MZ 05 Molecular cell biology of plants	P	12	-
Bt-MZ 06 Analytics of cells and proteins	P	12	-
<b>B: Applied molecular biology</b>			
Bt-MM 01 Molecular genetics II	L, P	10	-
Bt-MM 02 Developmental genetics	L, P	10	-
Bt-MM 03 Molecular microbiology II	L, P	10	-
Bt-MM 04 Biology of infections	L, P	10	-
Bt-MM 05 Structural biology	L, P, S	10	-
Bt-MM 06 Bioinformatics – computational biology II	L, P	10	-
Bt-MM 07 Applied molecular biology in research and practice	P	12	-
<b>C: Biochemical Engineering</b>			
Bt-MB 01 Mechanical process engineering II	L, P, E	10	-
Bt-MB 02 Thermal process engineering II	L, P, E	10	-
Bt-MB 03 Biotechnological routes to value-added products II	L, P	10	-
Bt-MB 04 Reaction kinetics	L, P, E	10	-
Bt-MB 05 Technical simulation and control	L, E	10	-
Bt-MB 06 Technical chemistry and bioanalytics	L, P	10	-
Bt-MB 07 Chemistry and technology with biomolecules	L	10	-
Bt-MB 08 Analytics of low- and high molecular Biomolecules	L, P	10	-
Bt-MB 09 Biochemical Engineering in research and practice	P	12	-
<b>3. Key Qualifications<sup>5</sup> (6 ECTS-points)</b>			
Bt-MS 01 Interdisciplinary qualification and professionalisation		6	-
• Language skills III	E	0-4	-
• Interdisciplinary arrangements from pool model; social activities	E	0-4	-
• Careers guidance incl. biotechnol. Excursion (compulsory)	E, Ex	2	-
<b>4. Master- Thesis (Bt-MP 05)</b>			
Title:		30	-

<b>Average Grade<sup>3</sup></b>	
<b>Overall Grade<sup>3</sup></b>	" "
<b>ECTS Grade<sup>3</sup></b>	

Braunschweig, .....

(University Seal)

Dean

Chair, Board of Examiners

---

<sup>1)</sup> Type of instruction: E exercise, Ex Excursion, L Lecture, P practical laboratory course, S seminar

<sup>2)</sup> 1 ECTS credit point corresponds to a total student workload of approx. 30 hours.

<sup>3)</sup> Grading scales:

a) Individual grades: 1.0 (A) / 1.3 (A<sup>-</sup>) / 1.7 (B<sup>+</sup>) / 2.0 (B) / 2.3 (B<sup>-</sup>) / 2.7 (C<sup>+</sup>) / 3.0 (C) / 3.3 (C<sup>-</sup>) / 3.7 (D<sup>+</sup>) / 4.0 (D); (pass = no grades given).

b) Average grade (d): ECTS-weighted average of the individual grades (without values in brackets).

c) Module grades and overall grade: very good ( $1,0 < d \leq 1,5$ ), good ( $1,5 < d \leq 2,5$ ), satisfactory ( $2,5 < d \leq 3,5$ ), sufficient ( $3,5 < d \leq 4,0$ ). With an average grade  $d \leq 1,3$  the overall grade "passed with distinction" is assigned.

d) ECTS Grades: A (best 10 %), B (next 25 %), C (next 30 %), D (next 25 %), E (next 10 %).

<sup>4)</sup> In study focus one of the blocks has to be chosen, in which 42 ECTS-Points have to be reached.

<sup>5)</sup> In key qualification 6 ECTS-Points have to be reached. Careers guidance incl. biotech. excursion is compulsory.

**Anlage 3a****[Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig]****Diploma Supplement**

Diese Diploma Supplement-Vorlage wurde von der Europäischen Kommission, dem Europarat und UNESCO/CEPES entwickelt. Das Diploma Supplement soll hinreichende Daten zur Verfügung stellen, die die internationale Transparenz und angemessene akademische und berufliche Anerkennung von Qualifikationen (Urkunden, Zeugnisse, Abschlüsse, Zertifikate, etc.) verbessern. Das Diploma Supplement beschreibt Eigenschaften, Stufe, Zusammenhang, Inhalte sowie Art des Abschlusses des Studiums, das von der in der Originalurkunde bezeichneten Person erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Originalurkunde muss diesem Diploma Supplement beigelegt werden. Das Diploma Supplement sollte frei sein von jeglichen Werturteilen, Äquivalenzaussagen oder Empfehlungen zur Anerkennung. Es sollte Angaben in allen acht Abschnitten enthalten. Wenn keine Angaben gemacht werden, sollte dies durch eine Begründung erläutert werden.

**1. ANGABEN ZUM INHABER / ZUR INHABERIN DER QUALIFIKATION****1.1 Familienname / 1.2 Vorname****1.3 Geburtsdatum, Geburtsort, Geburtsland****1.4 Matrikelnummer oder Code des / der Studierenden****2. ANGABEN ZUR QUALIFIKATION****2.1 Bezeichnung der Qualifikation (ausgeschrieben, abgekürzt)**

Master of Science, M.Sc.

**Bezeichnung des Titels (ausgeschrieben, abgekürzt)**

entfällt

**2.2 Hauptstudienfach oder -fächer für die Qualifikation**

Biotechnologie

**2.3 Name der Einrichtung, die die Qualifikation verliehen hat**

Technische Universität

Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Status (Typ / Trägerschaft)**

Universität / Staatliche Einrichtung

**2.4 Name der Einrichtung, die den Studiengang durchgeführt hat**

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Status (Typ / Trägerschaft)**

Universität / Staatliche Einrichtung

**2.5 Im Unterricht / in der Prüfung verwendete Sprache(n)**

Deutsch, in einigen Fällen Englisch

Datum der Zertifizierung:

Vorsitzender des Prüfungsausschusses

### 3. ANGABEN ZUR EBENE DER QUALIFIKATION

#### 3.1 Ebene der Qualifikation

Master-Studium

zweiter berufsqualifizierender Hochschulabschluss

#### 3.2 Dauer des Studiums (Regelstudienzeit)

2 Jahre (inklusive schriftlicher Masterabschlussarbeit),

120 ECTS-Punkte

#### 3.3 Zugangsvoraussetzung(en)

Bachelor of Science (Biotechnologie) oder äquivalenter Abschluss

### 4. ANGABEN ZUM INHALT UND ZU DEN ERZIELTEN ERGEBNISSEN

#### 4.1 Studienform: Vollzeitstudium

#### 4.2 Anforderungen des Studiengangs/Qualifikationsprofil des Absolventen/der Absolventin

Gegenstand dieses Masterstudiengangs sind alle Bereiche der modernen Biotechnologie. Die Studierenden befassen sich im Pflichtteil (in den ersten zwei Semestern) mit technischen, biologischen und chemischen Aspekten der Biotechnologie. Sie spezialisieren sich aber auch schon ab dem ersten Semester durch die Wahl eines von drei alternativen Wahlpflichtblöcken. Hierzu zählen Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie sowie Bioprozesstechnik. In der Angewandten Zellbiologie erhalten die Studierenden umfangreiche Kenntnisse in der Zellbiologie von Tieren und Pflanzen, der Immunologie sowie der Zell- und Proteinanalytik. In der Angewandten Molekularbiologie können die Studierenden sich ein Programm aus einer größeren Auswahl zusammenstellen; dazu gehören Molekular- und Entwicklungsgenetik, die Struktur-, Infektions- und Mikrobiologie sowie die Bioinformatik. In der Bioprozesstechnik dürfen die Studierenden ebenfalls aus einer größeren Anzahl von Modulen eine Auswahl treffen: Thermische und Mechanische Verfahrenstechnik, Technische Biochemie, Technische Simulation und Regelung, Technische Chemie und Reaktionstechnik sowie die Analytik, Technologie und Chemie von Biomolekülen. In Pflicht- sowie Wahlpflichtbereichen erhalten die Studierenden neben der theoretischen auch eine umfassende praktische Ausbildung. Die Schlüsselkompetenz-Veranstaltungen beinhalten Sprachenkompetenz, fachfremde Veranstaltungen, Tutorientätigkeit und eine biotechnologische Exkursion, wobei letztere Disziplin obligatorisch ist. Zusätzlich zu den Lehrveranstaltungen in den genannten Pflicht-, Wahlpflicht- und Schlüsselkompetenzbereichen ist eine Masterarbeit innerhalb eines Semesters zu erstellen. Dabei sollen die Studierenden ihre erworbenen Fachkenntnisse in einem Anwendungsfeld vertiefen und ihre Kompetenzen um weitere praktische Erfahrungen ergänzen.

Ziele des Studiengangs sind die Verbreiterung des Basiswissens in Biotechnologie, eine Spezialisierung (Vertiefung) im entsprechenden Wahlpflichtfach sowie das Verfassen einer ersten wissenschaftlichen Arbeit.

Der Abschluss des Masterstudiengangs Biotechnologie befähigt die Studierenden zur Promotion.

Die Absolventen/innen

- sind in der Lage, eine Berufstätigkeit als Biotechnologe/Biotechnologin auszuüben
- verfügen über erweiterte Grundkenntnisse der Biotechnologie
- besitzen vertiefte Spezialkenntnisse in einem Gebiet der Biotechnologie
- haben sich in einem der drei Wahlpflichtbereiche (Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie, Bioprozesstechnik) spezialisiert
- können analytisch denken, komplexe Zusammenhänge erkennen, vorhandene Problemlösungen einschätzen und eigene entwickeln
- können praktische Laborarbeiten selbständig ausführen
- sind in der Lage, ihre Ergebnisse angemessen darzustellen
- können erfolgreich in einer Gruppe arbeiten und effizient mit verschiedenen Zielgruppen kommunizieren
- sind in der Lage, ihr eigenes Forschungsprojekt zu formulieren
- sind in der Lage, ihren Beitrag für eine wissenschaftliche Publikation zu liefern
- sind für eine Promotionsarbeit in Biotechnologie geeignet

Datum der Zertifizierung:

---

Vorsitzender des Prüfungsausschusses



**4.3 Einzelheiten zum Studiengang**

Einzelheiten zu den belegten Kursen und erzielten Noten sowie den Gegenständen der mündlichen und schriftlichen Prüfungen sind im "Prüfungszeugnis" enthalten. Siehe auch Thema und Bewertung der Master-Arbeit.

**4.4 Notensystem und Hinweise zur Vergabe von Noten**

1 = „Sehr gut“, 2 = „Gut“, 3 = „Befriedigend“, 4 = „Ausreichend“, 5 = „Nicht bestanden“  
1,0 ist die beste Note, zum Bestehen der Prüfung ist mind. die Note 4,0 erforderlich.

**4.5 Gesamtnote****5. ANGABEN ZUM STATUS DER QUALIFIKATION****5.1 Zugang zu weiterführenden Studien**

Dieser Abschluss stellt eine Zugangsberechtigung für eine Promotion dar. Evtl. Zulassungsregelungen dieser Studiengänge bleiben hiervon unberührt.

**5.2 Beruflicher Status**

entfällt

**6. WEITERE ANGABEN****6.1 Weitere Angaben****6.2 Informationsquellen für ergänzende Angaben****7. ANGABEN ZUM NATIONALEN HOCHSCHULSYSTEM**

Die Informationen über das nationale Hochschulsystem auf den folgenden Seiten geben Auskunft über den Grad der Qualifikation und den Typ der Institution, die sie vergeben hat.

**8. ZERTIFIZIERUNG**

Dieses Diploma Supplement nimmt Bezug auf folgende Original-Dokumente:

Urkunde über die Verleihung des Grades vom [Datum]

Prüfungszeugnis vom [Datum]

Transkript vom [Datum]

Datum der Zertifizierung: \_\_\_\_\_

Offizieller Stempel/Siegel

Vorsitzender des Prüfungsausschusses

Datum der Zertifizierung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Vorsitzender des Prüfungsausschusses

## 8. INFORMATIONEN ZUM HOCHSCHULSYSTEM IN DEUTSCHLAND<sup>1</sup>

### 8.1 Die unterschiedlichen Hochschulen und ihr institutioneller Status

Die Hochschulausbildung wird in Deutschland von drei Arten von Hochschulen angeboten.<sup>2</sup>

- **Universitäten**, einschließlich verschiedener spezialisierter Institutionen, bieten das gesamte Spektrum akademischer Disziplinen an. Traditionell liegt der Schwerpunkt an deutschen Universitäten besonders auf der Grundlagenforschung, so dass das fortgeschrittene Studium vor allem theoretisch ausgerichtet und forschungsorientiert ist.

- **Fachhochschulen** konzentrieren ihre Studienangebote auf ingenieurwissenschaftliche und technische Fächer, wirtschaftswissenschaftliche Fächer, Sozialarbeit und Design. Der Auftrag von angewandter Forschung und Entwicklung impliziert einen klaren praxisorientierten Ansatz und eine berufsbezogene Ausrichtung des Studiums, was häufig integrierte und begleitete Praktika in Industrie, Unternehmen oder anderen einschlägigen Einrichtungen einschließt.

- **Kunst- und Musikhochschulen** bieten Studiengänge für künstlerische Tätigkeiten an, in Bildender Kunst, Schauspiel und Musik, in den Bereichen Regie, Produktion und Drehbuch für Theater, Film und andere Medien sowie in den Bereichen Design, Architektur, Medien und Kommunikation.

Hochschulen sind entweder staatliche oder staatlich anerkannte Institutionen. Sowohl in ihrem Handeln einschließlich der Planung von Studiengängen als auch in der Festsetzung und Zuerkennung von Studienabschlüssen unterliegen sie der Hochschulgesetzgebung.

### 8.2 Studiengänge und -abschlüsse

In allen drei Hochschultypen wurden die Studiengänge traditionell als integrierte „lange“ (einstufige) Studiengänge angeboten, die entweder zum Diplom oder zum Magister Artium führen oder mit einer Staatsprüfung abschließen.

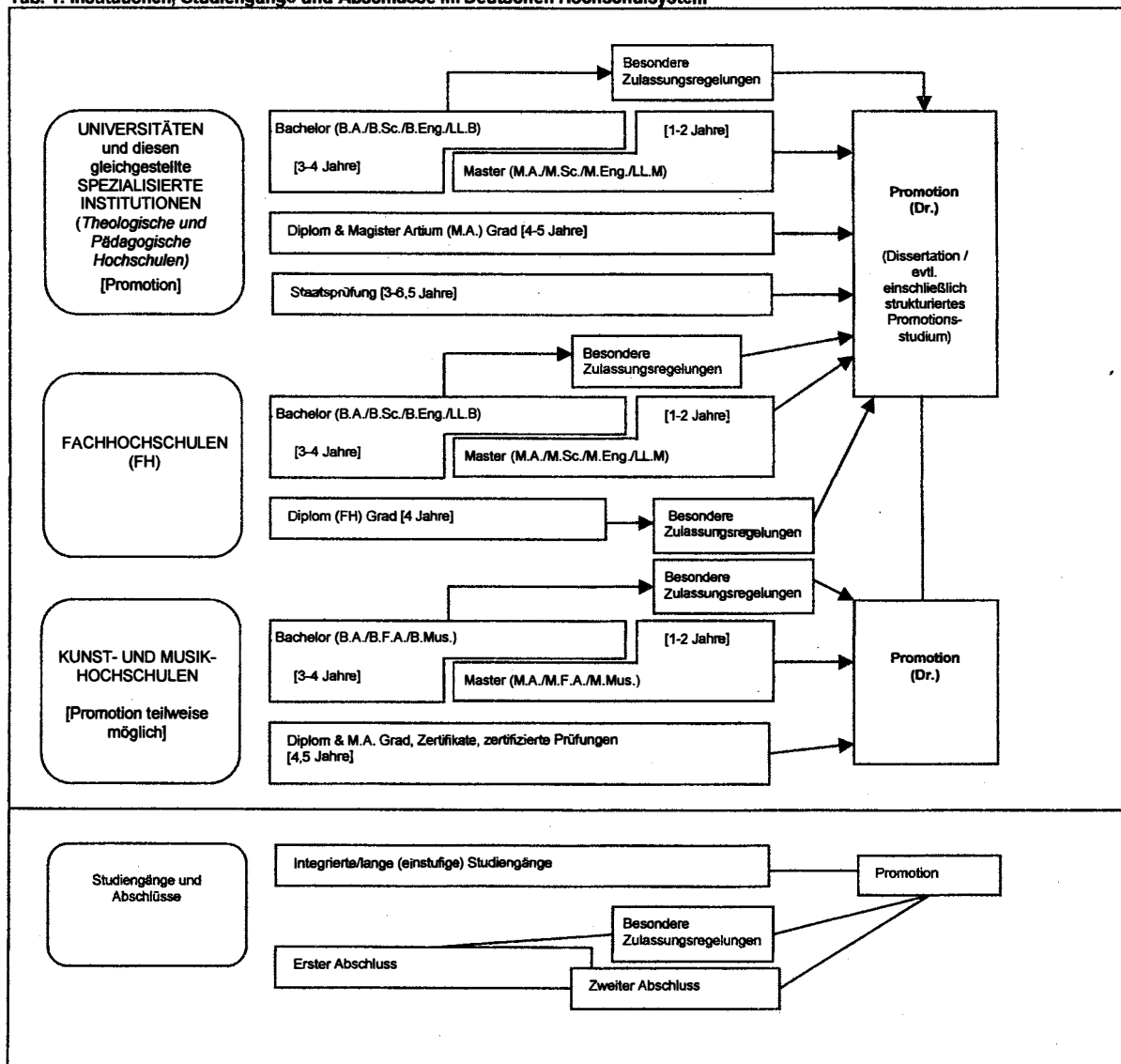
Im Rahmen des Bologna-Prozesses wird das einstufige Studiensystem sukzessive durch ein zweistufiges ersetzt. Seit 1998 besteht die Möglichkeit, parallel zu oder anstelle von traditionellen Studiengängen gestufte Studiengänge (Bachelor und Master) anzubieten. Dies soll den Studierenden mehr Wahlmöglichkeiten und Flexibilität beim Planen und Verfolgen ihrer Lernziele bieten, sowie Studiengänge international kompatibler machen.

Einzelheiten s. Abschnitte 8.4.1, 8.4.2 bzw. 8.4.3 Tab. 1 gibt eine zusammenfassende Übersicht.

### 8.3 Anerkennung/Akkreditierung von Studiengängen und Abschlüssen

Um die Qualität und die Vergleichbarkeit von Qualifikationen sicher zu stellen, müssen sich sowohl die Organisation und Struktur von Studiengängen als auch die grundsätzlichen Anforderungen an Studienabschlüsse an den Prinzipien und Regelungen der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (KMK) orientieren.<sup>3</sup> Seit 1999 existiert ein bundesweites Akkreditierungssystem für Studiengänge unter der Aufsicht des Akkreditierungsrates, nach dem alle neu eingeführten Studiengänge akkreditiert werden. Akkreditierte Studiengänge sind berechtigt, das Qualitätssiegel des Akkreditierungsrates zu führen.<sup>4</sup>

Tab. 1: Institutionen, Studiengänge und Abschlüsse im Deutschen Hochschulsystem



## 8.4 Organisation und Struktur der Studiengänge

Die folgenden Studiengänge können von allen drei Hochschultypen angeboten werden. Bachelor- und Masterstudiengänge können nacheinander, an unterschiedlichen Hochschulen, an unterschiedlichen Hochschultypen und mit Phasen der Erwerbstätigkeit zwischen der ersten und der zweiten Qualifikationsstufe studiert werden. Bei der Planung werden Module und das Europäische System zur Akkumulation und Transfer von Kreditpunkten (ECTS) verwendet, wobei einem Semester 30 Kreditpunkte entsprechen.

### 8.4.1 Bachelor

In Bachelorstudiengängen werden wissenschaftliche Grundlagen, Methodenkompetenz und berufsfeldbezogene Qualifikationen vermittelt. Der Bachelorabschluss wird nach 3 bis 4 Jahren vergeben. Zum Bachelorstudiengang gehört eine schriftliche Abschlussarbeit. Studiengänge, die mit dem Bachelor abgeschlossen werden, müssen gemäß dem Gesetz zur Errichtung einer Stiftung zur Akkreditierung von Studiengängen in Deutschland akkreditiert werden.<sup>5</sup> Studiengänge der ersten Qualifikationsstufe (Bachelor) schließen mit den Graden Bachelor of Arts (B.A.), Bachelor of Science (B.Sc.), Bachelor of Engineering (B.Eng.), Bachelor of Laws (LL.B.), Bachelor of Fine Arts (B.F.A.) oder Bachelor of Music (B.Mus.) ab.

### 8.4.2 Master

Der Master ist der zweite Studienabschluss nach weiteren 1 bis 2 Jahren. Masterstudiengänge sind nach den Profiltypen „stärker anwendungsorientiert“ und „stärker forschungsorientiert“ zu differenzieren. Die Hochschulen legen für jeden Masterstudiengang das Profil fest.

Zum Masterstudiengang gehört eine schriftliche Abschlussarbeit. Studiengänge, die mit dem Master abgeschlossen werden, müssen gemäß dem Gesetz zur Errichtung einer Stiftung zur Akkreditierung von Studiengängen in Deutschland akkreditiert werden.<sup>6</sup>

Studiengänge der zweiten Qualifikationsstufe (Master) schließen mit den Graden Master of Arts (M.A.), Master of Science (M.Sc.), Master of Engineering (M.Eng.), Master of Laws (LL.M.), Master of Fine Arts (M.F.A.) oder Master of Music (M.Mus.) ab. Weiterbildende Masterstudiengänge, sowie solche, die inhaltlich nicht auf den vorangegangenen Bachelorstudiengang aufbauen können andere Bezeichnungen erhalten (z.B. MBA).

### 8.4.3 Integrierte „lange“ einstufige Studiengänge: Diplom, Magister Artium, Staatsprüfung

Ein integrierter Studiengang ist entweder mono-disziplinär (Diplomabschlüsse und die meisten Staatsprüfungen) oder besteht aus einer Kombination von entweder zwei Hauptfächern oder einem Haupt- und zwei Nebenfächern (Magister Artium). Das Vorstudium (1,5 bis 2 Jahre) dient der breiten Orientierung und dem Grundlagenerwerb im jeweiligen Fach. Eine Zwischenprüfung (bzw. Vordiplom) ist Voraussetzung für die Zulassung zum Hauptstudium, d.h. zum fortgeschrittenen Studium und der Spezialisierung. Voraussetzung für den Abschluss sind die Vorlage einer schriftlichen Abschlussarbeit (Dauer bis zu 6 Monaten) und umfangreiche schriftliche und mündliche Abschlussprüfungen. Ähnliche Regelungen gelten für die Staatsprüfung. Die erworbene Qualifikation entspricht dem Master.

- Die Regelstudienzeit an *Universitäten* beträgt bei integrierten Studiengängen 4 bis 5 Jahre (Diplom, Magister Artium) oder 3 bis 6,5 Jahre (Staatsprüfung). Mit dem Diplom werden ingenieur-, natur- und wirtschaftswissenschaftliche Studiengänge abgeschlossen. In den Geisteswissenschaften ist der entsprechende Abschluss in der Regel der Magister Artium (M.A.). In den Sozialwissenschaften variiert die Praxis je nach Tradition der jeweiligen Hochschule. Juristische, medizinische, pharmazeutische und Lehramtsstudiengänge schließen mit der Staatsprüfung ab. Die drei Qualifikationen (Diplom, Magister Artium und Staatsprüfung) sind akademisch gleichwertig. Sie bilden die formale Voraussetzung zur Promotion. Weitere Zulassungsvoraussetzungen können von der Hochschule festgelegt werden, s. Abschnitt 8.5.

- Die Regelstudienzeit an *Fachhochschulen* (FH) beträgt bei integrierten Studiengängen 4 Jahre und schließt mit dem Diplom (FH) ab. Fachhochschulen haben kein Promotionsrecht; qualifizierte Absolventen können sich für die Zulassung zur Promotion an promotionsberechtigten Hochschulen bewerben, s. Abschnitt 8.5.

- Das Studium an *Kunst- und Musikhochschulen* ist in seiner Organisation und Struktur abhängig vom jeweiligen Fachgebiet und der individuellen Zielsetzung. Neben dem Diplom- bzw. Magisterabschluss gibt es bei integrierten Studiengängen Zertifikate und zertifizierte Abschlussprüfungen für spezielle Bereiche und berufliche Zwecke.

### 8.5 Promotion

Universitäten sowie gleichgestellte Hochschulen und einige Kunst- und Musikhochschulen sind promotionsberechtigt. Formale Voraussetzung für die Zulassung zur Promotion ist ein qualifizierter Masterabschluss (Fachhochschulen und Universitäten), ein Magisterabschluss, ein Diplom, eine Staatsprüfung oder ein äquivalenter ausländischer Abschluss. Besonders qualifizierte Inhaber eines Bachelorgrades oder eines Diplom (FH) können ohne einen weiteren Studienabschluss im Wege eines Eignungsfeststellungsverfahrens zur Promotion zugelassen werden. Die Universitäten bzw. promotionsberechtigten Hochschulen regeln sowohl die Zulassung zur Promotion als auch die Art der Eignungsprüfung. Voraussetzung für die Zulassung ist außerdem, dass das Promotionsprojekt von einem Hochschullehrer als Betreuer angenommen wird.

### 8.6 Benotungsskala

Die deutsche Benotungsskala umfasst üblicherweise 5 Grade (mit zahlenmäßigen Entsprechungen; es können auch Zwischennoten vergeben werden): „Sehr gut“ (1), „Gut“ (2), „Befriedigend“ (3), „Ausreichend“ (4), „Nicht ausreichend“ (5). Zum Bestehen ist mindestens die Note „Ausreichend“ (4) notwendig. Die Bezeichnung für die Noten kann in Einzelfällen und für den Doktorgrad abweichen.

Außerdem verwenden Hochschulen zum Teil bereits die ECTS-Benotungsskala, die mit den Graden A (die besten 10%), B (die nächsten 25%), C (die nächsten 30%), D (die nächsten 25%) und E (die nächsten 10%) arbeitet.

### 8.7 Hochschulzugang

Die Allgemeine Hochschulreife (Abitur) nach 12 bis 13 Schuljahren ermöglicht den Zugang zu allen Studiengängen. Die Fachgebundene Hochschulreife ermöglicht den Zugang zu bestimmten Fächern. Das Studium an Fachhochschulen ist auch mit der Fachhochschulreife möglich, die in der Regel nach 12 Schuljahren erworben wird. Der Zugang zu Kunst- und Musikhochschulen kann auf der Grundlage von anderen bzw. zusätzlichen Voraussetzungen zum Nachweis einer besonderen Eignung erfolgen. Die Hochschulen können in bestimmten Fällen zusätzliche spezifische Zulassungsverfahren durchführen.

### 8.8 Informationsquellen in der Bundesrepublik

- Kultusministerkonferenz (KMK) (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland); Lennéstr. 6, D-53113 Bonn; Fax: +49(0)228/501-229; Tel.: +49(0)228/501-0
- Zentralstelle für ausländisches Bildungswesen (ZaB) als deutsche NARIC; [www.kmk.org](http://www.kmk.org); E-Mail: [zab@kmk.org](mailto:zab@kmk.org)
- „Dokumentations- und Bildungsinformationsdienst“ als deutscher Partner im EURDYCE-Netz, für Informationen zum Bildungswesen in Deutschland ([www.kmk.org/doku/bildungswesen.htm](http://www.kmk.org/doku/bildungswesen.htm)); E-Mail: [eurydice@kmk.org](mailto:eurydice@kmk.org)
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK); Ahlstr. 39, D-53175 Bonn; Fax: +49(0)228/887-110; Tel.: +49(0)228/887-0; [www.hrk.de](http://www.hrk.de); E-Mail: [sekr@hrk.de](mailto:sekr@hrk.de)
- „Hochschulkompass“ der Hochschulrektorenkonferenz, enthält umfassende Informationen zu Hochschulen, Studiengängen etc. ([www.hochschulkompass.de](http://www.hochschulkompass.de))

<sup>1</sup> Die Information berücksichtigt nur die Aspekte, die direkt das Diploma Supplement betreffen. Informationsstand 1.7.2005.

<sup>2</sup> Berufsakademien sind keine Hochschulen, es gibt sie nur in einigen Bundesländern. Sie bieten Studiengänge in enger Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen an. Studierende erhalten einen offiziellen Abschluss und machen eine Ausbildung im Betrieb. Manche Berufsakademien bieten Bachelorstudiengänge an, deren Abschlüsse einem Bachelorgrad einer Hochschule gleichgestellt werden können, wenn sie von einer deutschen Akkreditierungsagentur akkreditiert sind.

<sup>3</sup> Ländergemeinsame Strukturvorgaben gemäß § 9 Abs. 2 HRG für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2003 i.d.F. vom 21.4.2005).

<sup>4</sup> „Gesetz zur Errichtung einer Stiftung „Stiftung zur Akkreditierung von Studiengängen in Deutschland“, in Kraft getreten am 26.02.05, GV. NRW. 2005, Nr. 5, S. 45, in Verbindung mit der Vereinbarung der Länder zur Stiftung „Stiftung: Akkreditierung von Studiengängen in Deutschland“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004).

<sup>5</sup> Siehe Fußnote Nr. 4.

<sup>6</sup> Siehe Fußnote Nr. 4.

**Anlage 3b****[Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig]****Diploma Supplement**

This Diploma Supplement model was developed by the European Commission, Council of Europe and UNESCO/CEPES. The purpose of the supplement is to provide sufficient independent data to improve the international 'transparency' and fair academic and professional recognition of qualifications (diplomas, degrees, certificates etc.). It is designed to provide a description of the nature, level, context, content and status of the studies that were pursued and successfully completed by the individual named on the original qualification to which this supplement is appended. It should be free from any value judgements, equivalence statements or suggestions about recognition. Information in all eight sections should be provided. Where information is not provided, an explanation should give the reason why.

**1. HOLDER OF THE QUALIFICATION****1.1 Family Name / 1.2 First Name****1.3 Date, Place, Country of Birth****1.4 Student ID Number or Code****2. QUALIFICATION****2.1 Name of Qualification** (full, abbreviated; in original language)

Master of Science (M. Sc.)

**Title Conferred** (full, abbreviated; in original language)

Not applicable

**2.2 Main Field(s) of Study**

Biotechnology

**2.3 Institution Awarding the Qualification** (in original language)

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Status (Type / Control)**

University / State Institution

**2.4 Institution Administering Studies** (in original language)

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

**Status (Type / Control)**

University / State Institution

**2.5 Language(s) of Instruction/Examination**

German, in some cases English

Certification Date:

Chairman Examination Committee

### 3. LEVEL OF THE QUALIFICATION

#### 3.1 Level

Graduate

#### 3.2 Official Length of Programme

2 years full-time study (120 ECTS credits)

#### 3.3 Access Requirements

Bachelor of Science or equivalent

### 4. CONTENTS AND RESULTS GAINED

#### 4.1 Mode of Study

Full time

#### 4.2 Programme Requirements/Qualification Profile of the Graduate

The program of study includes all aspects of modern biotechnology. Compulsory subjects for the students are technical, biological and chemical aspects of biotechnology (during the two initial semesters). Beginning with the first semester the students specialize in one of three required disciplines: applied cell biology, applied molecular biology and biochemical engineering. In applied cell biology students obtain an extensive knowledge in the cell of animals and plants, molecular microbiology and molecular biology of research and practice. In applied molecular biology, the students have the possibility to select their courses among a higher number of modules: molecular biology and genetics of development, biology of infections, structural biology as well as bioinformatics. In the third alternative the students also have the choice between a lot of courses: mechanical and thermal process engineering, technical biochemistry, technical simulation and control, technical chemistry and bioanalytics, chemistry and technology with biomolecules and analytics of molecular biomolecules. As for compulsory and optional disciplines the students get a lot of experience in laboratory practice (beside theoretical aspects). Furthermore, the students are required to take courses which will improve their professional skills. Important keywords are language competence, transdisciplinary courses, social activities and a biotechnological excursion.

Additionally to the fulfillment of the conditions concerning lectures, exercises, seminars and practical courses, the students have to write a master thesis during one semester. In the process of this work the students should deepen their acquired knowledge in one of the optional subjects and complement their competence and practical experience.

Aims of these studies are the broadening of the basic knowledge in biotechnology, the specialization in one of three alternative disciplines and the composition of the first scientific thesis.

In conclusion, at the end of their Master studies in Biotechnology the students are qualified to continue with a PhD-thesis.

#### Graduates:

- are able to work professionally in the field of Biotechnology
- possess a broadened knowledge of basics in Biotechnology
- have deepened special knowledge in one field of Biotechnology
- have specialized in one of three major fields (applied cell biology, applied molecular biology and biochemical engineering)
- are able to perform practical laboratory work on their own
- are able to think analytically, to recognize complex relationships, to assess available solutions and develop own solutions
- are able to present their results in an appropriate way
- are successfully able to work in a group and to communicate efficiently with different target groups
- are able to formulate their own research project
- are able to provide a contribution for a scientific paper
- are qualified for a PhD thesis

Certification Date:

---

Chairman Examination Committee

#### 4.3 Programme Details

See (ECTS) Transcript for list of courses and grades; and „Prüfungszeugnis“ (Final Examination Certificate) for subjects assessed in final examinations (written and oral); and topic of thesis, including grading.

#### 4.4 Grading Scheme

General grading scheme: 1 = “Very Good”, 2 = “Good”, 3 = “Satisfactory”, 4 = “Sufficient”, 5 = “Fail”.  
1,0 is the highest grade, the minimum passing grade is 4,0.

#### 4.5 Overall Classification (in original language)

### 5. FUNCTION OF THE QUALIFICATION

#### 5.1 Access to Further Study

Access to Ph.D. programmes in accordance with further admission regulations.

#### 5.2 Professional Status

Not applicable

### 6. ADDITIONAL INFORMATION

#### 6.1 Additional Information

#### 6.2 Further Information Sources

### 7. NATIONAL HIGHER EDUCATION SYSTEM

The information on the national higher education system on the following pages provides a context for the qualification and the type of higher education that awarded it.

### 8. CERTIFICATION

This Diploma Supplement refers to the following original documents:

Diploma about the grant of the grade [Date]

Testamur [Date]

Transcript of Records [Date]

• Certification Date: \_\_\_\_\_

(Official Stamp/Seal)

Chairman Examination Committee

Certification Date: \_\_\_\_\_

Chairman Examination Committee

## 8. INFORMATION ON THE GERMAN HIGHER EDUCATION SYSTEM<sup>1</sup>

### 8.1 Types of Institutions and Institutional Status

Higher education (HE) studies in Germany are offered at three types of Higher Education Institutions (HEI).<sup>2</sup>

- *Universitäten* (Universities) including various specialized institutions, offer the whole range of academic disciplines. In the German tradition, universities focus in particular on basic research so that advanced stages of study have mainly theoretical orientation and research-oriented components.

- *Fachhochschulen* (Universities of Applied Sciences) concentrate their study programmes in engineering and other technical disciplines, business-related studies, social work, and design areas. The common mission of applied research and development implies a distinct application-oriented focus and professional character of studies, which include integrated and supervised work assignments in industry, enterprises or other relevant institutions.

- *Kunst- und Musikhochschulen* (Universities of Art/Music) offer studies for artistic careers in fine arts, performing arts and music; in such fields as directing, production, writing in theatre, film, and other media; and in a variety of design areas, architecture, media and communication.

Higher Education Institutions are either state or state-recognized institutions. In their operations, including the organization of studies and the designation and award of degrees, they are both subject to higher education legislation.

### 8.2 Types of Programmes and Degrees Awarded

Studies in all three types of institutions have traditionally been offered in integrated "long" (one-tier) programmes leading to *Diplom-* or *Magister Artium* degrees or completed by a *Staatsprüfung* (State Examination).

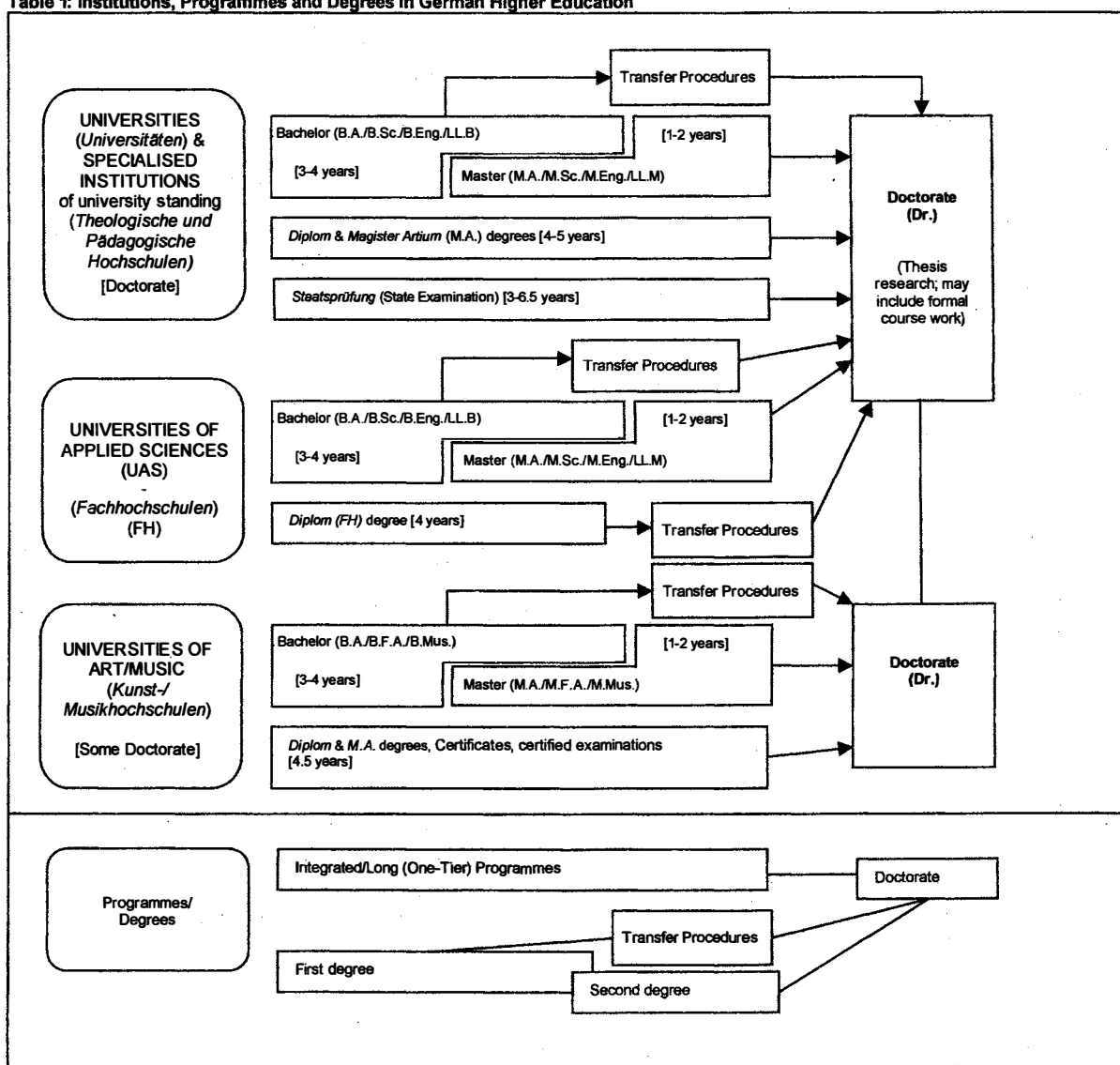
Within the framework of the Bologna-Process one-tier study programmes are successively being replaced by a two-tier study system. Since 1998, a scheme of first- and second-level degree programmes (Bachelor and Master) was introduced to be offered parallel to or instead of integrated "long" programmes. These programmes are designed to provide enlarged variety and flexibility to students in planning and pursuing educational objectives, they also enhance international compatibility of studies.

For details cf. Sec. 8.4.1, 8.4.2, and 8.4.3 respectively. Table 1 provides a synoptic summary.

### 8.3 Approval/Accreditation of Programmes and Degrees

To ensure quality and comparability of qualifications, the organization of studies and general degree requirements have to conform to principles and regulations established by the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany (KMK).<sup>3</sup> In 1999, a system of accreditation for programmes of study has become operational under the control of an Accreditation Council at national level. All new programmes have to be accredited under this scheme; after a successful accreditation they receive the quality-label of the Accreditation Council.<sup>4</sup>

Table 1: Institutions, Programmes and Degrees in German Higher Education



## 8.4 Organization and Structure of Studies

The following programmes apply to all three types of institutions. Bachelor's and Master's study courses may be studied consecutively, at various higher education institutions, at different types of higher education institutions and with phases of professional work between the first and the second qualification. The organization of the study programmes makes use of modular components and of the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) with 30 credits corresponding to one semester.

### 8.4.1 Bachelor

Bachelor degree study programmes lay the academic foundations, provide methodological skills and lead to qualifications related to the professional field. The Bachelor degree is awarded after 3 to 4 years. The Bachelor degree programme includes a thesis requirement. Study courses leading to the Bachelor degree must be accredited according to the Law establishing a Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany.<sup>5</sup>

First degree programmes (Bachelor) lead to Bachelor of Arts (B.A.), Bachelor of Science (B.Sc.), Bachelor of Engineering (B.Eng.), Bachelor of Laws (LL.B.), Bachelor of Fine Arts (B.F.A.) or Bachelor of Music (B.Mus.).

### 8.4.2 Master

Master is the second degree after another 1 to 2 years. Master study programmes must be differentiated by the profile types "more practice-oriented" and "more research-oriented". Higher Education Institutions define the profile of each Master study programme.

The Master degree study programme includes a thesis requirement. Study programmes leading to the Master degree must be accredited according to the Law establishing a Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany.<sup>6</sup>

Second degree programmes (Master) lead to Master of Arts (M.A.), Master of Science (M.Sc.), Master of Engineering (M.Eng.), Master of Laws (LL.M.), Master of Fine Arts (M.F.A.) or Master of Music (M.Mus.). Master study programmes, which are designed for continuing education or which do not build on the preceding Bachelor study programmes in terms of their content, may carry other designations (e.g. MBA).

### 8.4.3 Integrated "Long" Programmes (One-Tier): Diplom degrees, Magister Artium, Staatsprüfung

An integrated study programme is either mono-disciplinary (*Diplom* degrees, most programmes completed by a *Staatsprüfung*) or comprises a combination of either two major or one major and two minor fields (*Magister Artium*). The first stage (1.5 to 2 years) focuses on broad orientations and foundations of the field(s) of study. An Intermediate Examination (*Diplom-Vorprüfung* for *Diplom* degrees; *Zwischenprüfung* or credit requirements for the *Magister Artium*) is prerequisite to enter the second stage of advanced studies and specializations. Degree requirements include submission of a thesis (up to 6 months duration) and comprehensive final written and oral examinations. Similar regulations apply to studies leading to a *Staatsprüfung*. The level of qualification is equivalent to the Master level.

- Integrated studies at *Universitäten* (U) last 4 to 5 years (*Diplom* degree, *Magister Artium*) or 3 to 6.5 years (*Staatsprüfung*). The *Diplom* degree is awarded in engineering disciplines, the natural sciences as well as economics and business. In the humanities, the corresponding degree is usually the *Magister Artium* (M.A.). In the social sciences, the practice varies as a matter of institutional traditions. Studies preparing for the legal, medical, pharmaceutical and teaching professions are completed by a *Staatsprüfung*. The three qualifications (*Diplom*, *Magister Artium* and *Staatsprüfung*) are academically equivalent. They qualify to apply for admission to doctoral studies. Further prerequisites for admission may be defined by the Higher Education Institution, cf. Sec. 8.5.

- Integrated studies at *Fachhochschulen* (FH)/Universities of Applied Sciences (UAS) last 4 years and lead to a *Diplom* (FH) degree. While the FH/UAS are non-doctorate granting institutions, qualified graduates may apply for admission to doctoral studies at doctorate-granting institutions, cf. Sec. 8.5.

- Studies at *Kunst- und Musikhochschulen* (Universities of Art/Music etc.) are more diverse in their organization, depending on the field and individual objectives. In addition to *Diplom/Magister* degrees, the integrated study programme awards include Certificates and certified examinations for specialized areas and professional purposes.

## 8.9 Doctorate

Universities as well as specialized institutions of university standing and some Universities of Art/Music are doctorate-granting institutions. Formal prerequisite for admission to doctoral work is a qualified Master (UAS and U), a *Magister* degree, a *Diplom*, a *Staatsprüfung*, or a foreign equivalent. Particularly qualified holders of a Bachelor or a *Diplom* (FH) degree may also be admitted to doctoral studies without acquisition of a further degree by means of a procedure to determine their aptitude. The universities respectively the doctorate-

granting institutions regulate entry to a doctorate as well as the structure of the procedure to determine aptitude. Admission further requires the acceptance of the Dissertation research project by a professor as a supervisor.

## 8.10 Grading Scheme

The grading scheme in Germany usually comprises five levels (with numerical equivalents; intermediate grades may be given): "Sehr Gut" (1) = Very Good; "Gut" (2) = Good; "Befriedigend" (3) = Satisfactory; "Ausreichend" (4) = Sufficient; "Nicht ausreichend" (5) = Non-Sufficient/Fail. The minimum passing grade is "Ausreichend" (4). Verbal designations of grades may vary in some cases and for doctoral degrees.

In addition institutions may already use the ECTS grading scheme, which operates with the levels A (best 10 %), B (next 25 %), C (next 30 %), D (next 25 %), and E (next 10 %).

## 8.11 Access to Higher Education

The General Higher Education Entrance Qualification (*Allgemeine Hochschulreife, Abitur*) after 12 to 13 years of schooling allows for admission to all higher educational studies. Specialized variants (*Fachgebundene Hochschulreife*) allow for admission to particular disciplines. Access to *Fachhochschulen* (UAS) is also possible with a *Fachhochschulreife*, which can usually be acquired after 12 years of schooling. Admission to Universities of Art/Music may be based on other or require additional evidence demonstrating individual aptitude. Higher Education Institutions may in certain cases apply additional admission procedures.

## 8.12 National Sources of Information

- Kultusministerkonferenz (KMK) [Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany]; Lennéstrasse 6, D-53113 Bonn; Fax: +49[0]228/501-229; Phone: +49[0]228/501-0
- Central Office for Foreign Education (ZaB) as German NARIC; www.kmk.org; E-Mail: zab@kmk.org
- "Documentation and Educational Information Service" as German EURYDICE-Unit, providing the national dossier on the education system (www.kmk.org/doku/bildungswesen.htm; E-Mail: eurydice@kmk.org)
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) [German Rectors' Conference]; Ahrstrasse 39, D-53175 Bonn; Fax: +49[0]228/887-110; Phone: +49[0]228/887-0; www.hrk.de; E-Mail: sekr@hrk.de
- "Higher Education Compass" of the German Rectors' Conference features comprehensive information on institutions, programmes of study, etc. (www.higher-education-compass.de)

<sup>1</sup> The information covers only aspects directly relevant to purposes of the Diploma Supplement. All information as of 1 July 2005.

<sup>2</sup> *Berufsakademien* are not considered as Higher Education Institutions, they only exist in some of the *Länder*. They offer educational programmes in close cooperation with private companies.

Students receive a formal degree and carry out an apprenticeship at the company. Some *Berufsakademien* offer Bachelor courses which are recognized as an academic degree if they are accredited by a German accreditation agency.

<sup>3</sup> Common structural guidelines of the *Länder* as set out in Article 9 Clause 2 of the Framework Act for Higher Education (HRG) for the accreditation of Bachelor's and Master's study courses (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 10.10. 2003, as amended on 21.4.2005).

<sup>4</sup> "Law establishing a Foundation 'Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany'", entered into force as from 26.2.2005, GV. NRW. 2005, nr. 5, p. 45 in connection with the Declaration of the *Länder* to the Foundation "Foundation: Foundation for the Accreditation of Study Programmes in Germany" (Resolution of the Standing Conference of the Ministers of Education and Cultural Affairs of the *Länder* in the Federal Republic of Germany of 16.12.2004).

<sup>5</sup> See note No. 4.

<sup>6</sup> See note No. 4.



## **Anlage 4 Masterstudiengang Biotechnologie: Liste der Module, Lehrformen, Leistungsnachweise, Leistungspunkte und Studienplan**

Folgende Abkürzungen werden in Anlage 4 verwendet: V = Vorlesung; Pr = Praktikum; Ü = Übung; S = Seminar; Ex = Exkursion; LZK = Lernzielkontrolle; P = Pflichtveranstaltung; WP = Wahlpflichtveranstaltung

- **Leistungsnachweise:** erfolgreich absolvierte Vorleistungen vor der Modulprüfung
- **Modulabschlussprüfungen:** in der Regel schriftlich (Klausur); in Ausnahmefällen auch mündlich

### **1) Pflichtteil**

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltungen	Lehrform	Leistungs-nachweise	Leistungspunkte
<b>Bt-MP 01</b>	<b>Technische Aspekte der Biotechnologie</b>			<b>14</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik I</li> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik I</li> <li>• Thermische Verfahrenstechnik I</li> <li>• Thermische Verfahrenstechnik I</li> <li>• Reaktionskinetik biologischer Systeme I</li> <li>• Reaktionskinetik biologischer Systeme I</li> </ul>	V Pr V Pr V Ü	Protokoll, LZK  Protokoll, LZK	
<b>Bt-MP 02</b>	<b>Biologische Aspekte der Biotechnologie</b>			<b>14</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Biotechnologie II</li> <li>• Molekulare Biotechnologie II</li> <li>• Technische Biochemie III</li> </ul>	V Pr Pr	Protokoll, LZK Protokoll, LZK	
<b>Bt-MP 03</b>	<b>Chemische Aspekte der Biotechnologie I</b>			<b>8</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Chemie Ia</li> <li>• Instrumentelle Analytik I</li> <li>• Instrumentelle Analytik I</li> <li>• Biophysikalische Chemie</li> </ul>	V V Pr V	Protokoll, LZK	
<b>Bt-MP 04</b>	<b>Chemische Aspekte der Biotechnologie II</b>			<b>6</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemie der Naturstoffe</li> <li>• Biokatalyse</li> </ul>	V V		

**2) Wahlpflichtteil** [die Studierenden haben sich zwischen den Blöcken A – C zu entscheiden]

**Block A: Angewandte Zellbiologie**[Bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Leistungs-nachweise	Leistungs-punkte	WP / P
<b>Bt-MZ 01</b>	<b>Zellbiologie des Blutes: Hämatopoese und Antikörper</b>			<b>10</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologie der Blutzellen</li> <li>• Antikörpertechnologien in verschiedenen Zellsystemen</li> <li>• Neukombination von Antikörpergenen</li> </ul>	V V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MZ 02</b>	<b>Angewandte Zellbiologie der Pflanzen</b>			<b>10</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angewandte Zellbiologie der Pflanzen</li> <li>• Pflanzenzellen als Bioreaktoren II</li> <li>• Zellbiologisches Seminar</li> </ul>	V Pr S	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MZ 03</b>	<b>Immunologie</b>			<b>10</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immunologie I</li> <li>• Immunologie II</li> <li>• Medizinische Anwendung von rekombinanten Antikörpern</li> <li>• Cytofluorometrie</li> </ul>	V V S Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt_MZ 04</b>	<b>Molekulare Zellbiologie der Tiere</b>			<b>12</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-wöchiges Forschungspraktikum (inkl. Seminar): zellbiologische Aspekte der Entwicklungsbiologie</li> </ul>	Pr	Protokoll, LZK, Seminarvortrag		
<b>Bt-MZ 05</b>	<b>Molekulare Zellbiologie der Pflanzen</b>			<b>12</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-wöchiges Forschungspraktikum (inkl. Seminar): Überexpression und Reinigung rekombinanter Pflanzen Protein-Protein-Wechselwirkungen Protein-Markierung und –Analyse</li> </ul>	Pr	Protokoll, LZK, Seminarvortrag		
<b>Bt-MZ 06</b>	<b>Zell- und Proteinanalytik</b>			<b>12</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-wöchiges Forschungspraktikum (inkl. Seminar): - Proteinanalyse (Proteomics) - Expressionsanalyse, DNA-Arrays - Zell-(FACS) Analyse, Zellsortierung</li> </ul>	Pr	Protokoll, LZK, Seminarvortrag		

**Block B: Angewandte Molekularbiologie****[Bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]**

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Leistungs- nachweise	Leistungs- punkte	WP / P
<b>Bt-MM 01</b>	<b>Molekulargenetik II</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulargenetik II</li> <li>• Molekulargenetik II</li> </ul>	V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MM 02</b>	<b>Entwicklungsgenetik</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsgenetik</li> <li>• Entwicklungsgenetik</li> </ul>	V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MM 03</b>	<b>Molekulare Mikrobiologie II</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Mikrobiologie II</li> <li>• Laborpraktikum zur Molekularen Mikrobiologie</li> </ul>	V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MM 04</b>	<b>Infektionsbiologie</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekulare Infektionsbiologie</li> <li>• Laborpraktikum zur Molekularen Infektionsbiologie</li> </ul>	V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MM 05</b>	<b>Strukturbiologie</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturbiologie</li> <li>• Praktikum zur Strukturbiologie</li> <li>• Seminar zur Strukturbiologie</li> </ul>	V Pr S	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MM 06</b>	<b>Bioinformatik II</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioinformatik II</li> <li>• Bioinformatik für Fortgeschrittene</li> </ul>	V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MM 07</b>	<b>Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis</b>			<b>12</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6-wöchiges Forschungspraktikum (inkl. Seminar) in der Angewandten Molekularbiologie</li> </ul>	Pr	Protokoll, LZK, Seminarvortrag		

**Block C: Bioprozesstechnik [Bei Wahl dieses Blocks: Soll = 42 LP]**

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Leistungs-nachweise	Leistungs-punkte	WP / P
<b>Bt-MB 01</b>	<b>Mechanische Verfahrenstechnik II</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik II</li> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik II</li> <li>• Mechanische Verfahrenstechnik II</li> </ul>	V Pr Ü	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MB 02</b>	<b>Thermische Verfahrenstechnik II</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Verfahrenstechnik II</li> <li>• Thermische Verfahrenstechnik II</li> <li>• Thermische Verfahrenstechnik II</li> </ul>	V Pr Ü	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MB 03</b>	<b>Biotechnologische Wertstoffproduktion II</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozessoptimierung biotechnologischer Systeme</li> <li>• Metabolic Engineering</li> <li>• Angewandte Mikrobiologie II</li> </ul>	V V Pr	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MB 04</b>	<b>Reaktionskinetik</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik biologischer Systeme II</li> <li>• Reaktionskinetik biologischer Systeme II</li> <li>• Chemische Reaktionstechnik</li> <li>• Chemische Reaktionstechnik</li> </ul>	Pr Ü V Ü	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MB 05</b>	<b>Technische Simulation u. Regelung</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Computer-aided Process Engineering</li> <li>• Introduction to Computer-aided Process Engineering</li> <li>• Regelungstechnik</li> <li>• Regelungstechnik</li> </ul>	V Ü V Ü			
<b>Bt-MB 06</b>	<b>Technische Chemie und Bioanalytik</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Chemie Ib</li> <li>• Technische Chemie Ib</li> <li>• Industrielle Chemie</li> <li>• Instrumentelle Analytik II</li> </ul>	V Pr V V	Protokoll, LZK		

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Leistungs-nachweise	Leistungs-punkte	WP / P
<b>Bt-MB 07</b>	<b>Chemie u. Technologie von Biomolekülen</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lebensmittel-Technologie: Grundoperationen, Verfahren u. Produkte</li> <li>Biologische Chemie</li> <li>Proteine: Struktur, Stabilität u. Faltungskinetik</li> </ul>	V V V			
<b>Bt-MB 08</b>	<b>Analytik von nieder- u. hochmolekularen Biomolekülen</b>			<b>10</b>	<b>WP</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naturstoffanalytik</li> <li>Grundlagen der Massenspektrometrie</li> <li>Grundlagen der NMR-Spektroskopie</li> </ul>	Pr V V	Protokoll, LZK		
<b>Bt-MB 09</b>	<b>Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis</b>			<b>12</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>6-wöchiges Forschungspraktikum (inkl. Seminar) in der Bioprozesstechnik</li> </ul>	Pr	Protokoll, LZK, Seminarvortrag		

**3) Schlüsselkompetenzen****[Soll = 6 LP]**

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Leistungs-nachweise	Leistungs-punkte	WP / P
<b>Bt-MS 01</b>	<b>Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung</b>			<b>6</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sprachenkompetenz III</li> <li>Überfachliche Veranstaltungen aus dem Pool-Modell; Tutorientätigkeit</li> <li>Berufsvorbereitung inkl. biotechnologischer Exkursion</li> </ul>	Ü Ü Ü, Ex	LZK LZK	0-4 0-4 2	WP WP P

**4) Masterarbeit****[Soll = 30 LP]**

Modul	Modul-Bezeichnung u. Lehrveranstaltung	Lehrform	Leistungsnachweise	Leistungs-punkte	WP / P
<b>Bt-MP 05</b>	<b>Masterarbeit</b>			<b>30</b>	<b>P</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forschungsarbeit in einer biotechnologischen Disziplin</li> </ul>		Schriftliche Arbeit, Präsentation der Forschungsergebnisse		

**Studienplan:**

P = Pflicht, WP = Wahlpflicht

Semester	Modul	Pflichtteil	ECTS-P.
1 – 2 (3*) * bei SS-Zulassung	Bt-MP 01	Technische Aspekte der Biotechnologie	14
	Bt-MP 02	Biologische Aspekte der Biotechnologie	14
	Bt-MP 03	Chemische Aspekte der Biotechnologie I	8
	Bt-MP 04	Chemische Aspekte der Biotechnologie II	6
		<b>Schlüsselkompetenzen</b>	
1 – 3	Bt-MS 01	Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung (Sprachenkompetenz III; Pool-Modell, Tutorientätigkeit; Berufsvorbereitung, biotechnol. Exkursion)	6

Semester	Wahlpflichtteil			ECTS-P.
1 – 3	<b>A: Angewandte Zellbiologie</b>	<b>B: Angewandte Molekularbiologie</b>	<b>C: Bioprozesstechnik</b>	
	3 Module: Bt-MZ 01 [P]	3 Module aus: Bt-MM 01 [WP]	3 Module aus: Bt-MB 01 [WP]	10
	Bt-MZ 02 [P]	bis	bis	10
	Bt-MZ 03 [P]	Bt-MM 06 [WP]	Bt-MB 08 [WP]	10
	Forschungspraktikum: 1 Modul aus Bt-MZ 04 - 06 [WP]	Forschungspraktikum: Bt-MM 07 [P]	Forschungspraktikum: Bt-MB 09 [P]	12
4	<b>Masterarbeit</b>	<b>Masterarbeit</b>	<b>Masterarbeit</b>	30
			<b>Summe</b>	<b>120</b>

Übersicht:	Programm	ECTS-Punkte
	Pflichtteil	42
	Schlüsselkompetenzen	6
	Wahlpflichtteil (A, B oder C)	42
	Masterarbeit	30
	<b>Total:</b>	<b>120</b>

**Anlage 5:****Masterstudiengang Biotechnologie- Qualifikationsziele der Module****PFLICHTTEIL****Bt-MP 01 Technische Aspekte der Biotechnologie**

Die Studierenden erlangen in der "Mechanischen Verfahrenstechnik I" Kenntnisse über disperse Systeme, Partikelgrößenanalysen und Grundoperationen der Mechanischen Verfahrenstechnik (Zerkleinern, Zellaufschluss, Agglomerieren, Trennen, Mischen). In der "Thermischen Verfahrenstechnik I" eignen sich die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Phasengleichgewichte und Wärmeübergänge an. Des Weiteren werden sie befähigt, thermische Trennverfahren mit einem besonderen Augenmerk auf Adsorption, Extraktion und Chromatographie zu verstehen. In der "Reaktionskinetik biologischer Systeme I" erwerben sie Kompetenz in enzymatischen Reaktionsprozessen und -kinetiken, deren mathematischer Formulierung und technischer Anwendung in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verfahren.

**Bt-MP 02 Biologische Aspekte der Biotechnologie**

Hinsichtlich der Molekularen Biotechnologie II werden die Studierenden in die Lage versetzt, theoretische und experimentelle Erfahrungen in der Konstruktion und Generierung von rekombinanten Antikörpern mittels Phagen-Display, sowie in der rekombinanten Herstellung von Antikörpern mittels Säugetierzellkultur und deren Aufreinigung zu machen. Darüber hinaus eignen sie sich theoretische Kenntnisse über gentechnisch veränderte Organismen aus allen systematischen Gruppen an. In der Lehrveranstaltung Technische Biochemie III erlangen sie praktische Kompetenzen in der regio- bzw. stereoselektiven Biokatalyse mit Hilfe von Enzymen und mikrobiellen Zellen.

**Bt-MP 03 Chemische Aspekte der Biotechnologie I**

In der "Technischen Chemie Ia" lernen die Studierenden, Reaktionstechnik, Makrokinetik und Fluid-Fluid-Reaktionen zu verstehen. Außerdem eignen sie sich theoretische und praktische Kompetenzen in "Instrumenteller Analytik" (am Bioreaktor) an, indem sie Bestimmungen von physikalischen Messgrößen sowie Gas- und Flüssigphasekonzentrationen vornehmen. Darüber hinaus erwerben sie theoretische Fähigkeiten in der "Biophysikalischen Chemie" über Struktur und Funktion von Biomolekülen, Untersuchungen von biomolekularen Vorgängen, moderne Markierungstechniken, Bioassays und markierungsfreie Detektionsmethoden.

**Bt-MP 04 Chemische Aspekte der Biotechnologie II**

Die Studierenden erreichen theoretische Kompetenzen in der "Chemie der Naturstoffe" und der "Biokatalyse". Sie eignen sich Kenntnisse über primäre und sekundäre Naturstoffe, Lipide, Kohlenhydrate, Aminosäuren, Terpene und Alkaloide an. Des weiteren beschäftigen sie sich mit den Grundlagen der Biokatalyse, der Struktur, Kinetik und Anwendung von Enzymen und Mikroorganismen, ihrer Immobilisierung und Charakterisierung und ihrer Anwendung in Reaktoren und Prozessen.

## **WAHLPFLICHT**

### **Block A: Angewandte Zellbiologie**

#### **Bt-MZ 01 Zellbiologie des Blutes: Hämatopoese und Antikörper**

Die Studierenden erhalten Kompetenz in Zellbiologie und Grundlagen der Blutzellbildung sowie der Bedeutung von Stammzellen. Die Studenten erhalten am Beispiel des Antikörpers Wissen über die Selektion von spezifischen rekombinanten Proteinen mittels "Phage display" und die Expression von Proteinen in E.coli und Säugetierzellen. Sie lernen die Möglichkeiten, rekombinante Antikörper für einen spezifischen Einsatz zu modifizieren, kennen und werden mit den Grundlagen der Immunabwehr vertraut gemacht.

#### **Bt-MZ 02 Angewandte Zellbiologie der Pflanzen**

Die Studierenden eignen sich Kompetenzen in molekularen Mechanismen, der Funktion und Regulation von Proteinen und ihrer Bedeutung in zellulären Prozessen, der Zelldifferenzierung, der Embryogenese und Organogenese, der Interaktion von Zellkompartimenten und der Signal-Weiterleitung an. Sie werden befähigt, diese Kompetenzen zur Lösung angewandt-biotechnologischer Fragestellungen einzusetzen.

#### **Bt-MZ 03 Immunologie**

Teilnehmer dieses Moduls erlangen ein Verständnis der biochemischen und zellbiologischen Vorgänge der Immunantwort und lernen die wichtigsten Arbeitsgebiete der Immunologie kennen. Weiterhin erlernen sie die molekularen Grundlagen ausgewählter immunologischer Erkrankungen des Menschen sowie neuartige Behandlungsmöglichkeiten, insbesondere mit rekombinanten Antikörpern.

#### **Bt-MZ 04 Molekulare Zellbiologie der Tiere**

Die Studierenden erwerben Kompetenzen in Theorie und Praxis bei der Durchführung von Forschungsprojekten in der Molekularen Zellbiologie der Tiere. Die Studierenden erhalten Kompetenz in molekularen Mechanismen der Embryogenese und der Funktion regulatorischer Entwicklungsgene. Sie sind in der Lage, ihre Kenntnisse zur Analyse entwicklungsspezifischer Fragestellungen in Theorie und Praxis anzuwenden, Zusammenhänge zu erkennen und Arbeitsergebnisse bewertend darzustellen. In diesem Praktikum für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in laufende Forschungsprojekte der Molekularen Zellbiologie der Tiere ausgewählte Aspekte zu aktuellen Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet, wie beispielsweise zellbiologische Aspekte der Entwicklungsbiologie, in-vitro Differenzierung und Mutagenese embryonaler Stammzellen, Analyse transgener Mauslinien, Herstellung von DNA-Konstrukten zur funktionellen in-vitro und in-vivo Analyse und Protein Interaktionsstudien.

#### **Bt-MZ 05 Molekulare Zellbiologie der Pflanzen**

Die Studierenden erlangen Kompetenzen in Theorie und Praxis bei der Durchführung von Forschungsprojekten in der Molekularen Zellbiologie der Pflanzen. In diesem Praktikum für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in laufende Forschungsprojekte der Molekularen Zellbiologie der Pflanzen ausgewählte Aspekte zu aktuellen Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Die Schwerpunkte werden auf die Überexpression



rekombinanter Pflanzen, Protein-Protein-Wechselwirkungen, Protein-Markierungen und Analysen gelegt.

### **Bt-MZ 06 Zell- und Proteinanalytik**

Die Studierenden erwerben Kompetenzen in Theorie und Praxis bei der Durchführung von Forschungsprojekten in der Zell- und Proteinanalytik. In diesem Praktikum für fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in laufende Forschungsprojekte der Zell- und Proteinanalytik ausgewählte Aspekte zu aktuellen Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Dabei werden die Schwerpunkte auf Proteinanalyse mittels Massenspektrometrie, Expressionsanalyse mittels DNA-Array Technologien und Zellsortierung gelegt.

## **Block B: Angewandte Molekularbiologie**

### **Bt-MM 01 Molekulargenetik II**

Die Studierenden werden in der "Molekulargenetik II" befähigt, moderne Methoden der Molekulargenetik anzuwenden. Dazu gehören die transiente Genexpression, Reportergentechnologien, Isolierung und molekulare Charakterisierung differentiell exprimierter Gene, *Agrobacterium* vermittelte Pflanzentransformation und die bioinformatische Analyse von DNA-Sequenzen.

### **Bt-MM 02 Entwicklungsgenetik**

Die Studierenden lernen in diesen Veranstaltungen, Kompetenzen in der "Entwicklungsgenetik" zu erlangen, insbesondere Prinzipien der Embryogenese, Analyse von embryonal-letalen Mutanten von *Caenorhabditis elegans*, Immunfluoreszenz-Mikroskopie und Zell-Linien Analyse mit 4-dimensionaler Mikroskopie.

### **Bt-MM 03 Molekulare Mikrobiologie II**

Die Studierenden erwerben spezielle Kenntnisse über molekulare Mechanismen bakterieller Anpassungsstrategien und erwerben dabei ein Verständnis für komplexe regulatorische Zusammenhänge und molekulare Wechselwirkungen. Die Theorie soll durch Experimente gefestigt werden, wobei besonders die Planung und Durchführung von Versuchen geübt und sich mit grafischen und Computer gestützten Analysemethoden vertraut gemacht werden soll, die eine Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse ermöglichen.

### **Bt-MM 04 Infektionsbiologie**

Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über pathogene Mikroorganismen und die durch sie verursachten Erkrankungen. Sie erlernen, wie pathogene Erreger mit ihren Wirten interagieren, sie für ihre Zwecke nutzen bzw. schädigen und wie der Wirt sich gegen die verschiedenen Infektionserreger verteidigt (Immunreaktion). Sie erlernen zudem grundlegende und neu entwickelte molekulare und zellbiologische Techniken, die in der Infektionsbiologie aktuell verwendet werden.

### **Bt-MM 05 Strukturbiologie**

Die Studierenden erarbeiten sich theoretisches und praktisches Wissen über Proteine, ihre Faltung und Stabilität (Analyse, Kinetik und Vorhersagen), ihre Wechselwirkungen unterein-

ander, sowie ihre Produktion in genetisch veränderten Organismen. Das Wissen über Enzyme als besondere Proteine wird durch Informationen über Struktur, Faltung und Stabilität und ihren Einsatz als Wirkstoffe in der Praxis vertieft.

#### **Bt-MM 06 Bioinformatik II**

Die Studierenden erwerben Kenntnisse in der Anwendung von Werkzeugen der Bioinformatik auf Themen der Strukturbiochemie und auf molekulare Netzwerke in Organismen. Ihre theoretisch erworbenen Kenntnisse festigen sie im Praktikum.

#### **Bt-MM 07 Angewandte Molekularbiologie in Forschung und Praxis**

In diesen Veranstaltungen für schon weit fortgeschrittene Studierende werden durch Integration in ein laufendes Forschungsprojekt der "Angewandten Molekularbiologie" aktuelle Fragestellungen theoretisch und praktisch bearbeitet. Im Forschungspraktikum in einem der Module zur Angewandten Molekularbiologie werden ausgewählte Aspekte zu aktuellen Forschungsthemen auf diesem Gebiet behandelt. Im Seminar werden aktuelle, molekularbiologische Themen, die zum Forschungspraktikum passen, behandelt.

### **Block C: Bioprozesstechnik**

#### **Bt-MB 01 Mechanische Verfahrenstechnik II**

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse bezüglich der Partikelgrößenanalyse und der Grundoperationen Zerkleinern und Trennen sowie eine Einführung in die Grundoperationen Agglomerieren, Mischen, Haufwerkdurchströmung und Schüttguttechnik.

#### **Bt- MB 02 Thermische Verfahrenstechnik II**

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse bezüglich der Phasengleichgewichte Flüssig-Fest und Flüssig-Dampfförmig (ideal und nicht-ideal) sowie eine Einführung in die Grundoperationen Kristallisation, Rektifikation, Adsorption, thermische Trocknung und Membranverfahren.

#### **Bt-MB 03 Biotechnologische Wertstoffproduktion II**

Die Studierenden erlangen vertiefte theoretische Kenntnisse über Prozessoptimierung biotechnologischer Systeme und das Metabolic Engineering. Dazu gehören u.a. das Wissen über die Analyse experimenteller Prozessvariabilität, die Optimierung mit experimentellem Design, stochastische Methoden sowie über die strukturierten metabolischen Modelle, die Analyse der Stöchiometrie der Reaktionsvorgänge und -netzwerke, die der Stammverbesserung dienen. In der Angewandten Mikrobiologie II erlangen die Studierenden praktische Kompetenz bei der biotechnologischen Herstellung von Wert- bzw. Wirkstoffen.

#### **Bt-MB 04 Reaktionskinetik**

Die Studierenden werden anhand von Versuchen zu Enzymreaktionen und Wachstumskinetiken von Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) befähigt, Substratverbrauchs- und Produktbildungskinetik zu bestimmen. Die Studierenden beherrschen reaktionstechnische Grundbegriffe sowie die Prinzipien der Thermodynamischen

Grundlagen chemischer Reaktionen, der Mikrokinetik homogener Gas- und Flüssigkeitsreaktionen und der Makrokinetik bei Gas/Feststoff- und Fluid/Fluid-Reaktionen.

#### **Bt- MB 05 Technische Simulation und Regelung**

Introduction to Computer Aided Process Engineering (CAPE): Application of software products in an integrated environment; transfer of process functionalities into simulation, handling of physical properties, flowsheet simulation, equipment selection and sizing, process optimization, energy integration.

Bezüglich der Regelungstechnik besitzen die Studierenden nach Abschluss dieses Moduls ein grundlegendes Verständnis. Sie sind in der Lage, lineare Regelkreise zu entwerfen und auszulegen.

#### **Bt-MB 06 Technische Chemie und Bioanalytik**

Die Studierenden erwerben in der Technischen Chemie theoretische Kenntnisse über Fluid-Fest-Reaktionen und heterogene Katalyse sowie praktische Kompetenz u.a. bei der Charakterisierung von Biokatalysatoren. Sie beherrschen Grundlagen des Patentrechts und kennen die Strukturen der chemischen Industrie und die wichtigsten chemischen und biotechnologischen Produktionsverfahren und Produkte. Fortgeschrittene Messmethoden zur Bestimmung von Flüssigphasekonzentrationen in Biomedien sind in ihren Grundlagen bekannt.

#### **Bt-MB 07 Chemie u. Technologie mit Biomolekülen**

Die Studierenden verstehen Strukturen der Kohlenhydrate, technische u. biotechnologische Reaktionen und Produkte, Carbonylreaktionen, Polyolreaktionen, Oligosaccharide, Polysaccharide sowie die technischen Anwendungen. Zudem erwerben die Studierende Kenntnisse in den Themen der molekularen Diversität, molekularen Wechselwirkungen in biologischen Systemen, Chemical Genetics, Wirkstoffentwicklung, kombinatorischen Biosynthese, biologischen und chemischen Funktionen von Nukleinsäuren, Proteinen u. Kohlenhydraten sowie die Struktur, Stabilität und Faltungskinetik von Proteinen.

#### **Bt-MB 08 Analytik von nieder- u. hochmolekularen Biomolekülen**

Die Studierenden erwerben Kenntnisse über die Analytik von Naturstoffen mit den chemischen Methoden MS, NMR, Chromatographie und Isolierung.

#### **Bt-MM 09 Bioprozesstechnik in Forschung und Praxis**

Die Studierenden erwerben in dem Forschungspraktikum der Bioprozesstechnik Kenntnisse über die theoretische und praktische Bearbeitung aktueller Fragestellungen, indem sie in ein laufendes Forschungsprojekt aktueller Forschungsthemen der Bioprozesstechnik (Verfahrenstechnik, Technische Biochemie, Chemische Biotechnologie) integriert werden. Darüber hinaus erwerben sie theoretische Kenntnisse in der Bioprozesstechnik, indem sie in den Arbeitsgruppenseminaren aktuelle bioprozesstechnische Themen, die zum Forschungspraktikum passend sind, behandeln und auftretende Probleme mit wissenschaftlichen Mitarbeitern diskutieren können.

## **SCHLÜSSELKOMPETENZEN**

### **Bt-MS 01 Überfachliche Qualifikation und Professionalisierung**

In der "Sprachenkompetenz III" erwerben die Studierenden Fähigkeiten in der Kommunikation über den eigenen Kulturkreis hinaus. Außerdem dient die Verbesserung der Fremdsprachenkenntnisse dem Umgang mit internationaler Fachliteratur.

In den "Überfachlichen Veranstaltungen aus dem Poolmodell" können die Studierenden aus einem vielfältigen Angebot wählen. Die Studierenden erwerben hier eine fachübergreifende Fortbildung und Erweiterung ihres Wissens- und Erfahrungshorizontes. Hinsichtlich der "Tutorientätigkeit" werden die Studierenden in die Lage versetzt, Lerngruppen oder Praktikanten anzuleiten und somit ihre soziale Kompetenz in der Praxis zu üben.

In der "Berufsvorbereitung inkl. biotechnologischer Exkursion" lassen sich die Studierenden über Berufseinstiegsmöglichkeiten in Industrie, Forschung und über eine Promotion informieren. Durch die Exkursion lässt sich ein Einblick in die Unternehmenskultur bekommen.

## **MASTERARBEIT**

### **Bt-MP 05 Masterarbeit**

Nachdem die Studierenden sich vertiefte Spezialkenntnisse in einem Gebiet der Biotechnologie (z.B. in einem Wahlpflichtbereich) angeeignet haben, analytisch denken und komplexe Zusammenhänge erkennen können, wenden sie dies in einer Forschungs- bzw. Masterarbeit auf einem Gebiet der Biotechnologie an. Sie wählen dabei ein Thema aus den Bereichen Angewandte Zellbiologie, Angewandte Molekularbiologie oder Bioprozesstechnik; auch Kombinationen dieser Bereiche sind möglich. Sie lernen in diesem Zusammenhang, Fremdliteratur aufzugreifen und für eigene Forschungsarbeiten zu nutzen, das eigene Forschungsprojekt vor kleinem Auditorium zu formulieren, die Arbeitsergebnisse angemessen darzustellen, erfolgreich in einer Gruppe zu arbeiten und effizient mit verschiedenen Zielgruppen zu kommunizieren. Das abschließende Verfassen der schriftlichen Masterarbeit übt für das Erstellen einer wissenschaftlichen Publikation. Der erfolgreiche Abschluss befähigt die Absolventen, eine adäquate Berufstätigkeit als Biotechnologe bzw. als Biotechnologin auszuüben oder eine Promotionsarbeit in einem biotechnologischen Forschungsbereich durchzuführen.